

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

Patent Number: JP5264955
Publication date: 1993-10-15
Inventor(s): ITO OSAMU; others: 03
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: JP5264955
Application Number: JP19920059917 19920317
Priority Number(s):
IPC Classification: G02F1/133
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide a black-and-white and color liquid crystal display device which has a large contrast ratio and is excellent in visibility.

CONSTITUTION: In the liquid crystal display device having a driving means 50 for applying a voltage of a binary or above to a picture element, this liquid crystal display device displays a bright state and a dark state by the minimum value of a driving voltage value and the maximum value, respectively, and also, is provided with a stripe-like black matrix being parallel to XY electrodes 13a, 13b on both opposed substrates 16a, 16b. In such a state, by improving a contrast ratio of a picture element part and preventing a light leakage from a non-electrode part, visibility of a black-and-white display and color purity of a color display are improved, and a distinct black-and-white and color liquid crystal display device can be obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

【일본공개특허공보 평05-264955호(1993.10.15) 1부】

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-264955

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51)Int.Cl.

G 0 2 F 1/133

識別記号

5 0 0

片内整理番号

7348-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8(全11頁)

(21)出願番号

特願平4-59917

(22)出願日

平成4年(1992)3月17日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目8番地

(72)発明者 伊東 理

茨城県日立市久慈町4028番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 近藤 克己

茨城県日立市久慈町4028番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 平方 純一

茨城県日立市久慈町4028番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

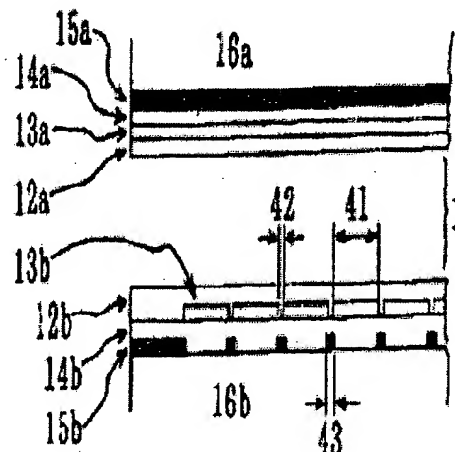
(57)【要約】

【目的】コントラスト比が大きく、視認性に優れた白黒及びカラー液晶表示装置の提供。

【構成】画素に2値以上の電圧を印加する駆動手段を有する液晶表示装置において、駆動電圧値の最低値で明状態を、最高値で暗状態を表示し、かつ両方の対向基板にXY電極と平行なストライプ状のブラックマトリクスを備えている液晶表示装置。

【効果】画素部分のコントラスト比の向上と非電極部分からの光漏れを防ぐことにより白黒表示の視認性とカラー表示の色純度が改善され、鮮明な白黒及びカラー液晶表示装置の提供が可能になる。

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ストライプ状の透明電極を備えた2枚の対向基板でネマチック液晶層を挟持した液晶セル、前記液晶セルの両外側に配置された一対の偏光板、一対の前記偏光板の間に配置された少なくとも一枚の光学異性媒体、及び画素に2値以上の電圧を印加する駆動手段とで構成されており、前記ネマチック液晶層のツイスト角が180度以上360度以下であり、前記対向基板が基板平面の法線方向から見て前記ストライプ状の透明電極が直交するように配置された液晶表示装置において、前記画素に印加する2値以上の電圧値の内の最高値で暗表示され、電圧無印加時の輝度透過率が暗表示よりも明るくなる様に偏光板及び光学異性媒体を選定、配置し、前記2枚の基板の少なくともいずれか一方の前記対向基板に遮光層を備え、前記遮光層が少なくとも前記透明電極のない部分からの光を遮光する位置に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記遮光層の幅が電極間幅よりも広い液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記ネマチック液晶層の液晶材料の複屈折 Δn_1 と層厚 d の積 $\Delta n_1 d$ と、光学異性媒体の複屈折 Δn_2 とその厚さ d_2 の積 $\Delta n_2 d_2$ が、数1の様な関係にある液晶表示装置。

【数 1】 $\Delta n_2 d_2 / \Delta n_1 d \leq 0.75$

【請求項 4】 請求項 1 において、液晶材料の屈折率異方性が0.18以上である液晶表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 において、前記電極幅が電極間幅の1.0倍以上である液晶表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 において、前記対向基板内の表示部周辺に遮光層を備えている液晶表示装置。

【請求項 7】 請求項 1 において、前記遮光層がCr、前記透明電極がITOからなり、また両者を絶縁する絶縁層を備え、前記絶縁層はSiO₂からなる液晶表示装置。

【請求項 8】 請求項 1 において、一方の基板上にカラーフィルタが備えられている液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はスーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 スーパーツイステッドネマチック型液晶表示装置(以後STN-LCDとする)は、従来のツイステッドネマチック型液晶表示装置(以後TN-LCDとする)において90度に設定されていたツイスト角を180度以上にしたものである。これとある特定の光学設定条件を組み合わせることでより急峻なしきい値特性が実現され、単純マトリクス駆動による高密度高精細表示が可能になった。現在、このSTN-LCDは、ワープロ、パソコン、ワークステーション等の表示装置として

広く用いられている。初期のSTN-LCDは、偏光板の透過軸を近接する基板の配向処理方向と約45度を成す様な光学設定条件(複屈折モード)を採用しており、その結果一画素に印加される実効電圧値の内の低電圧値において奇表示を、高電圧値において白表示を行なうブルーモード、低電圧値において黄表示を、高電圧値において黒表示を行なうイエローモードが開発された。このうちブルーモードが暗状態を明状態の低電圧側で表示するノーマリークローズに、イエローモードが暗状態を明状態の高電圧側で表示するノーマリーオープンに対応する。しかし、これら初期のSTN-LCDではコントラスト比が7程度と低く、また表示が著色するという問題があり、コントラスト比が少なくとも5.0以上で無著色のTN-LCD、及びこれを用いたTFT方式液晶表示装置に比較して明らかに劣るものであった。STN-LCDの低コントラスト比と表示の著色は、複屈折モードを採用して、液晶層を透過する光の偏光状態に分散が生じたことに起因する。これらの問題に対して、例えば、特開昭62-151924号公報では偏光板間に光学異性媒体を備えて透過光の位相差を補償することにより解決を図っている。その結果著色はほぼ解消されて白黒表示が可能になったが、一方のコントラスト比は充分な改善にならなかった。従来のSTN-LCDの大部分は、ノーマリークローズである。この場合説明図7に示した様に、電圧無印加時の透過光を位相補償して電圧無印加時の輝度透過率 B_0 をゼロにした場合、暗表示における輝度透過率 B_d は充分低下しない。これは暗表示時の画素に非選択電圧が印加されて液晶分子が僅かに立上り、位相補償が不完全になるためである。また説明図8に示した様に暗表示における透過光を位相補償すると B_d は低下し、表示画素部のコントラスト比は向上する。しかし B_0 は逆に増加して非電極部分からの光漏れが起こるため、表示部全体で見た時のコントラスト比はそれ程向上しない。また、特開昭62-121422号公報では偏光板の配置に応じてノーマリーオープンを選択している。ノーマリーオープンの場合、液晶分子の立ち上がった状態を位相補償するため、ノーマリークローズの場合に比べて暗表示はより暗く沈む。これにより表示画素部のコントラスト比は著しく向上するものの、表示部全体で見たコントラスト比は先程と同様非電極部分からの光漏れのため低下する。特に、説明図9に示した様に、ノーマリーオープンの場合には非電極部分が常時明状態となるため、表示部全体で見た時のコントラスト比は著しく低下する。

【0003】 ここで輝度透過率とは、透過率を視感度補正したものである。これを用いると、透過率を用いた場合よりも、より人間の視覚に忠実に液晶表示装置の表示特性を評価することができる。

【0004】 特開昭62-227120号公報では、非電極部分からの透過光を遮るためのブラックマトリクス基板を用い

ている。しかし、ブラックマトリクス基板の電極と透光層の分布については特定されていない。TFT方式液晶表示装置で用いられているブラックマトリクス基板の透光層は、片側の基板に格子状に分布している。製造上の精度の限界を考えると、このような構造のブラックマトリクス基板は、両側の基板にストライプ状のXY電極を有するSTN-LCDには適していない。特開平2-103516号公報では、2層方式STN-LCDにブラックマトリクス基板を組み合わせている。この場合、逆ツイストの補償用液晶セルを用いているため、ノーマリークロース型の高コントラスト比の表示が得られる。しかし2層方式STN-LCDは液晶セルを2枚用いているためコストが高く、重く、輝度透過率が低いため表示が暗いという問題がある。従って、薄型、軽量、低コスト化が進むパソコン、ワープロ等のOA機器には適しておらず、広い実用化には至っていない。特開昭63-180933号公報では、ネガ表示のSTN-LCDにブラックマトリクス基板を組み合わせている。しかし現在ワープロ、パソコン等の表示装置に用いられているSTN-LCDは、その大部分がポジ表示であり、非電極部分からの光漏れはネガ表示のみならずポジ表示でもコントラスト比低下の原因になる。ポジ表示では明状態を背景として暗状態で表示を行うため、暗状態が充分暗くならないことが表示全体に与える影響はネガ表示に比べて遙かに大きい。特開昭63-155024号、特開平2-110431号公報では、同じくネガ表示で、ノーマリーオープン型のSTN-LCDにブラックマトリクス基板を組み合わせている。ノーマリーオープン型は高コントラスト比化が可能であるものの、液晶セルに偏光板を組み合わせただけでは実現されない。何らかの光異方性媒体を用いて、透過光の位相差とその分散を補償しなければならない。

【0005】以上の様なことから、STN-LCDのコントラスト比はこれまで改善されてきたものの15程度にとどまっていた。この程度のコントラスト比では黒表示が充分に黒く沈んで見えず、表示装置として用いた場合には視認性が悪いという問題があり、ユーザー側からも長時間使用した際に目が疲れるといった苦情が出されていた。また、現在パソコン、ワープロ等のソフトウェアはカラー表示を前提としたものが主流になりつつあり、STN-LCDに対してもそのカラー化が強く要望されている。ところがコントラスト比の低い従来のSTN-LCDに三色のカラーフィルターを組み合わせてカラー表示を行っても、色純度の低い不鮮明な表示しか得られない。そのためカラー-STN-LCDは、広い実用化には至っていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、以上の様に従来のSTN-LCDにおいて問題となっているコントラスト比の低さを解消し、視認性が良好で、長時間使用した際にも目の疲れ等が感じられず、かつ薄型軽

量な液晶表示装置を供給することにある。更には、色純度の高い鮮明なカラー表示が可能な液晶表示装置を供給することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明にあたり、発明者はまず始めにSTN-LCDが低コントラスト比である原因の要因分離を行なった。コントラスト比は明状態と暗状態の輝度透過率の比で定義されるが、STN-LCDではストライプ状のXY電極を用いているため、常時、電圧が印加されない非電極部分が存在する。従って非電極部分の光透過まで考慮に入れると、STN-LCDのコントラスト比CRは次式で表される。

【0008】

$$[数2] CR = (aTb + bTn) / (aTd + bTn)$$

但しここで電極部分の暗状態における輝度透過率をTd、電極部分の明状態における輝度透過率をTb、非電極部分の輝度透過率をTn、電極部分の面積をa、非電極部分の面積をbとした。数2式によると、低コントラスト比である要因は次の四つに分類される。

【0009】(1) Tdの低下が不充分である。

【0010】(2) Tnの低下が不充分である。

【0011】(3) Tbの増大が不充分である。

【0012】(4) a/bの増大が不充分である。

【0013】(1)~(4)のそれぞれについて発生機構を解析し、その改良方法を検討する。まず、(1)についてであるが、これは暗状態における透過光の偏光分散補償の精度に起因する。偏光分散補償が完全であれば、駆動用液晶セルを透過した全波長の光は同一の直線偏光になり、輝度透過率ゼロの状態を作ることができる。

【0014】STN-LCDにおいて用いられているツイステッドネマチック液晶層は、層構造がツイストしているため、ネマチック液晶層固有の複屈折性の他に旋光性もある。従って、透過光の偏光分散には複屈折性と旋光性の両方が関与し、分散特性は非常に複雑なものになる。位相板方式で用いられている光学方位性フィルムは複屈折性しか持っておらず、旋光性に起因する波長分散を補償することはできない。以上のことを説明図13、14を用いて解説する。全ての偏光状態はポアンカレ球上の点として表されるが、説明図13、14はそのポアンカレ球をS3軸方向から見たものである。複屈折性媒体による偏光状態の変換は、ポアンカレ球上ではその赤道面に含まれ球の中心を通る直線を軸とした回転で表される。これをS3軸方向から見た場合、直線的な移動になる。従って複屈折分散による偏光分散は、図13中にBRで示した様に直線状に分布することになる。これに対して旋光性媒体による偏光状態の変換は、ポアンカレ球上ではS3軸を中心とした回転で表される。これをS3軸方向から見た場合、S3軸を中心とした円上の移動になる。従って、旋光分散による偏光分散は、図13中にORで示した様に円状に分布する。ツイステッドネマ

チック液晶層の様に複屈折性と旋光性の両方を有する場合、これを透過した偏光の分散は図14中に $V_{th} <$ で示した様に不規則に分布することになる。分散補償は、ポアンカレ球上に分布した各波長の偏光を赤道上の1点に集める事に相当する。複屈折性しか持たない光学方位性フィルムは直線状の移動しかできないため、その設定角度やリタレーション、複屈折波長分散を如何様に設定しても図14中の $V_{th} <$ の様に非直線的に分布した偏光を赤道上の1点に集める事はできない。位相板を複数枚用いることによりある程度の旋光分散補償が可能になるものの、その精度には限界がある。この様な制約のもとで分散補償を行なうには、偏光分散の絶対量が小さい方が有利である。偏光分散の絶対量は、電圧無印加状態で最も大きく、印加電圧がしきい値電圧を越えて液晶分子が立上るのに伴い減少するので、黒表示を得るにはしきい値電圧の高電圧側が好ましい。また、しきい値電圧の高電圧側ではツイストが崩壊し、偏光分散に対する旋光性の寄与は小さくなる。駆動用液晶セルの中央部において液晶分子は電場方向に配列し、配向膜の近傍では配向膜による規制力が支配的であるため配向処理方向に配向している。この状態の駆動用液晶セルは、光学的には透相軸が配向処理方向を向いた二枚の複屈折性媒体を重ね合わせたものにほぼ等しくなる。従って、しきい値電圧以上の電圧を印加した駆動用液晶セルは、旋光性を持たない位相板を用いて偏光分散補償を行なうのに特に有利である。以上のことを、再び、ポアンカレ球表示を用いて説明する。しきい値電圧の低電圧側では、ツイステッドネマチック液晶層を透過した各波長の偏光は、図14中の $V_{th} <$ の様にポアンカレ球上に不規則な曲線を描いて分布している。これに対してしきい値電圧の高電圧側では、図14中の $V_{th} >$ の様に直線的な分布になる。このため、光学方位性フィルムを用いて各波長の偏光を赤道上の1点に集めることが可能になる。実際に各波長の偏光を赤道上の1点に集めるためには透過光の偏光分散と光学方位性フィルムの位相差分散を一致させなければならないが、この時、図14中の $V_{th} >$ の様に各波長の偏光の分布領域も小さくなる。そのため、透過光の偏光分散と光学方位性フィルムの位相差分散の一致の精度がある程度悪くても、各波長の偏光を同一の直線偏光に変換しやすい。このように、 T_d を低下させるには、しきい値電圧の高電圧側で黒表示を行ない、その低電圧側で明表示を行なうノーマリーオープンが有利であると結論される。これに対して、従来のSTN-LCDはそのほとんどがノーマリークロースであった。

【0015】次に(2)についてであるが、STN-LCDはしきい値電圧近傍を暗状態としているため、電圧無印加の状態は完全な暗状態とならない。従って、 T_n が増大し、コントラスト比の低下が生じる。本発明の様に暗状態をしきい値電圧の高電圧側に設定してノーマリーオープンとした場合には、 T_n は T_b とほぼ同程度にな

り、コントラスト比は更に減少する。この様に、 T_d を減少しても同時に T_n の増加が起ればコントラスト比向上の効果は相殺されることになる。暗状態の設定電圧によらず T_n を低く保つためには遮光層を備えた封向基板、即ち、ブラックマトリクス基板の使用が最も効果的である。これを用いた場合非電極部分の輝度透過率はゼロになり、コントラスト比は明状態、暗状態の電極部分の輝度透過率によってのみ決まる。

【0016】次に(3)では、 T_b は明状態における透過光の偏光状態に依存する。既に述べた様に暗状態の透過光は直線偏光にする必要がある。明状態の偏光状態は暗状態との間の透過偏光の位相差シフト量によって決まることになる。位相差シフト量がゼロであれば、暗状態、明状態の偏光状態はともに直線偏光となり、 T_b はゼロになる。位相差シフト量がゼロでなければ、明状態の偏光状態は一般に楕円偏光となり、 T_b はゼロでなくなる。また位相差シフト量が π であれば、明状態は暗状態の直線偏光と振動面が直交する直線偏光となり、 T_b は最大になる。従来のSTN-LCDでは、位相差シフト量はおおよそ 0.6π であり、 T_b は最大値に達していなかった。位相差シフト量を増大させる方法は、セルギャップの増大、液晶材料の複屈折の増大が挙げられるが、前者はセル内電界強度の低下による応答特性の低下を招くので好ましくない。よって、後者の方法を用いるとよい。従来のSTN-LCDでは、複屈折が0.13の液晶材料が用いられていた。これを0.18以上に増大させることにより、 T_b を最大にするのに充分な位相差シフト量が得られる。

【0017】最後に(4)については、ブラックマトリクス基板を用いない場合に非電極部分の面積が小さいほどコントラスト比が増大することは数1より明らかである。また、本発明の様にブラックマトリクス基板を用いる場合でも、明状態の明るさ向上、視認性向上のためには非電極部分の面積が小さい方が好ましい。電極幅が少なくとも電極間幅の十倍、即ち電極部分の面積が非電極部分の面積の約十倍以上あれば、明状態の明るさ低下は許容しうる範囲となり、また充分な視認性が得られる。

【0018】以上の様に、本発明ではノーマリーオープン表示とブラックマトリクス基板を組み合わせ、更に液晶材料の複屈折を増大することにより、STN-LCDのコントラスト比を向上させるものである。次に、本発明の要であるノーマリーオープン表示の実現と、ブラックマトリクス基板の構成について具体的に考察する。

【0019】まず始めにノーマリーオープン表示についてであるが、初期のSTN-LCDは液晶セルの外側に直接偏光板を配置していた。しかし偏光板の角度設定の最適化だけではノーマリーオープンにおける T_d を十分に低下させることは不可能であるので、ネマチック液晶層とその上下に配置された偏光板の間の少なくとも一方に、補償用液晶セルまたは光学異方性フィルム等の光学

異方性媒体層を備える必要がある。これらのうち補償用液晶セルの使用は、表示装置全体の重量と厚さの増大、コントラスト比の増大を招く。従って光学異方性媒体層としては、これらの問題を招くことなく位相補償が可能で光学異方性フィルムが適している。またしきい値電圧の高電圧側を暗状態とするには、配向膜のごく近くで配向処理方向に配向している液晶分子層によって生じる複屈折を補償しなければならない。高、液晶セルのセル厚方向中央部の液晶分子はその分子軸をセル厚方向に向けており、正面から見た時の液晶セルの光学異方性には関与しない。この時、配向処理方向に配向している液晶分子層の厚さは全層厚の0.75倍以下であるため、光学異方性フィルムの複屈折と厚さの積は、駆動用液晶セルの複屈折と厚さの積の0.75倍以下が適当である。しきい値電圧以上の電圧を印加した状態の駆動用液晶セルは、光学的には透相軸が液晶基板近傍でのネマチック液晶層の配向方向を向いた二枚の複屈折性媒体を重ね合わせたものにほぼ等しくなる。従って、この状態で透過光の分散補償を行なうには、光学異方性媒体層をその透相軸が近接する液晶基板の近傍におけるネマチック液晶層の配向方向に対して 90 ± 2 度となる様に配置すればよい。

【0020】ブラックマトリクス基板の構成は、従来の液晶表示装置のなかでは、TFT方式液晶表示装置がブラックマトリクス基板を備えている。本発明で着目するSTN-LCDは、駆動方式、基板構成ともTFT方式とは全く異なるため、TFT方式用に開発されたブラックマトリクス基板の構成を、STN-LCDにそのまま用いることはできない。TFT方式はSTN-LCDと同様に二枚の対向基板から構成されるが、その電極の構造はSTN-LCDとは全く異なる。STN-LCDは、二枚の対向基板の両方にストライプ状の電極を備えている。これに対してTFT方式は二枚の対向基板の一方にTFTを備えており、他方はベタ電極を備えている。そのためTFTを備えた一方の基板だけが、ブラックマトリクス基板になっている。透光層の形状も格子状であり、開口部を囲む様に形成されている。この様なTFT方式で用いられている格子状のブラックマトリクスをSTN-LCDに適用した場合、液晶素子製造の精度の限界からいくつかの問題が生じることが予想される。これらの問題を、まず始めに基板上に透明電極と透光層、及び両者を絶縁する絶縁層の3層を備え、各層を基板側から透明電極、絶縁層、透光層の順で積層した構成を持つブラックマトリクス基板を例にして説明する。

【0021】まず、第一に挙げられるのが、図10に示した電極の断線である。基板上に格子状に透光層を形成すれば、当然ながら基板上に凹凸が生じる。透光層と電極を絶縁するため、両者の間に絶縁層が設けられるが、絶縁層表面は完全に平坦にはならず、図10の様に凹凸が残る可能性がある。この上にストライプ状の電極を形

成すると、凹凸が大きい場合には図10中の10a、10b、10cの様に、凸になった部分で断線が生じる。第二に挙げられるのは、透光層の格子構造と、相対する基板の電極との間の位置ずれである。同一の基板上で透光層と電極を形成する場合に位置合わせの精度を決定するのは、各種マスクの重ね合わせ精度である。これは同一基板上で行なわれるため、位置ずれは比較的起こりにくい。ところが相対する基板上の透光層と電極との間では、液晶素子の組立て精度が問題になる。液晶素子の組立て過程では、基板間のギャップを素子全面にわたって均一にするために圧縮を行ない、また、組立て後もエージング等の加熱処理を行なう。これら組立て時及び組立て後の製造過程で、液晶素子には種々の力学的、熱的な応力に加えられる。そのため同一基板上の位置ずれに比べて、基板間の位置ずれははるかに起こり易い。

【0022】以上二つの問題の発生を防ぐため、本発明者はSTN-LCDの基板構造を踏まえ、以下の様なSTN-LCDに適したブラックマトリクス基板を考案した。まず透光層の構造はストライプ状とし、電極と平行にした。この場合、絶縁層表面にはストライプ状の凹凸が生じる可能性がある。しかし、透光層のストライプ構造は電極のストライプ構造と平行であるため、図12に示した様に、電極が凹凸の上を横切ることはない。従って、絶縁層表面の凹凸による電極の断線は起こらない。この様なブラックマトリクス基板を上下二枚の基板に採用すれば、より効果的に非電極部分からの光漏れを防ぐことができる。非電極部分からの光漏れを完全に押さえると同時に、透光層による表示部の透過光吸収を防ぐには、透光層のストライプ構造の幅と非電極部分の幅を等しくすれば良い。しかし、先にも述べた様に、これらの層形成の精度には限界があり、透光層と非電極部分との間に位置ずれが生じる可能性がある。透光層のストライプ構造の幅と非電極部分の幅が等しい場合、位置ずれが僅かでも起これば非電極部分からの光漏れが起こる。従って層形成精度の問題まで考慮に入れると、透光層のストライプ構造の幅は非電極部分の幅よりも広く設定した方が有利である。また、現在市販されているSTN-LCDは、ネマチック液晶層のしきい値特性の急峻度が不十分であるため上下に2分割して駆動している。この様に信号電圧を供給する駆動手段と接続された一方の基板上のストライプ状電極が基板中央部でストライプ状電極と直交方向に断断されている場合には、断断された部分にも透光層を備えるべきである。またこの時上下二枚の基板のうちの一方にだけ、その断断部分に透光層を備えれば良い。両方の基板の断断部分に透光層を備えた場合、上下基板間の位置ずれが僅かでも起こると、透光層は表示部上にはみ出す。これにより、表示部の透過光吸収が生じる可能性があるからである。更には表示を行なわない表示部周辺の基板にも透光層を設けて、この部分を黒く沈めれば、視認上より好ましい液晶表示装置が得

られる。

【0023】以上の議論はこれ以外にも、例えば図15に示した様な透明電極と遮光層が近接して並ぶ構成のブラックマトリクス基板にも当てはまるものである。ブラックマトリクス基板の構成材料には特に制限は無いものの、特に好適なものとしては、次の様なものが挙げられる。図3の様な構成のブラックマトリクス基板の構成材料については、遮光層にはCr、Al、Ni、Mo、Cuが、絶縁層にはSiO₂、Si₃N₄、SiO、Al₂O₃、Ta₂O₅が、透明電極にはITOが好ましい。また、図15の様な構成のブラックマトリクス基板の構成材料は、遮光層には着色樹脂が、透明電極にはITOが好ましい。

【0024】

【作用】本発明の液晶表示装置は、ストライプ状の透明電極を備えた二枚の対向基板でネマチック液晶層を挟持した液晶セル、液晶セルの両外側に配置された一対の偏光板、一対の該偏光板の間に配置された少なくとも一枚の光学異方性媒体、及び画素に2値以上の電圧を印加する駆動手段とで構成されている。ネマチック液晶層ツイスト角は、180度以上360度以下である。対向基板は、所定のギャップを設け、基板平面法線方向から見てストライプ状の透明電極が直交する様に配置されている。画素に印加する2値以上の電圧値の内、最高値において暗表示され、電圧無印加時の輝度透過率が暗表示よりも明るくなる様に偏光板及び光学異方性媒体を選定、配置し、かつ二枚の基板の少なくともいずれか一方の対向基板と電極の間に遮光層を備え、遮光層が透明電極のない部分からの光を遮光する位置に配置されている。二枚の基板の両方に遮光層が備えられ、遮光層はストライプ状であり、かつ透明電極と平行になっている。光吸収体の幅は、電極間隔よりも広い。ネマチック液晶層の液晶材料の複屈折 Δn_1 と層厚 d_1 の積 $\Delta n_1 d_1$ と、光学異方性媒体の複屈折 Δn_2 と層厚 d_2 の積 $\Delta n_2 d_2$ は、 $\Delta n_2 d_2 / \Delta n_1 d_1 \geq 0.75$ の関係にある。液晶材料の屈折率異方性は、0.18以上である。対向基板の電極幅は、電極間隔の10倍以上である。対向基板の表示部周辺にも、遮光層を備えている。遮光層、電気絶縁層、透明電極は、具体的にはそれぞれCr、SiO₂、ITOからなる。更にカラー表示を行なうものには、一方の基板上にカラーフィルタが備えられている。

【0025】このため、従来のSTN-LCDにおいて問題となっているコントラスト比の低さが解消され、視認性が良好で、長時間使用した際にも目の疲れ等を感じられず、かつ薄型軽量の液晶表示装置が得られる。更に、色純度の高い鮮明なカラー表示が可能な液晶表示装置が得られる。

【0026】

【実施例】以下に、本発明の液晶表示装置について詳細に説明する。

【0027】<実施例1>図1に、本発明の液晶表示装置に用いられる液晶表示素子の素子構成を示す。図1中の11aと11bはそれぞれ光源側対向基板、出射側対向基板であり、おのおのXY電極3aと3bを備えている。図1中の1はネマチック液晶層であり、上下基板間でのツイスト角は240度、層厚は6.2 μ mである。またネマチック液晶層に含まれる液晶の複屈折は0.22である。図1中の50は駆動部であり、画素に2値以上の電圧を印加することができる。また、図1中の15は遮光層である。

【0028】本発明に含まれる液晶表示素子は、正図から見て上下に2分割して駆動される。上部分の最下端の走査電極と下部分の最上端の走査電極は平行であり、両者の間隔は0.02mmである。本発明に含まれる液晶表示素子は、この連結部分にも遮光層を設けて、隣接部分からの光の漏れを防いだ。ただし、上下基板間の位置ずれによる表示部の遮蔽を防ぐため、連結部分の遮光層は光源側の基板のみに設けた。

【0029】図3は本発明に含まれる液晶表示素子の、ネマチック液晶層近傍の断面図であり、XY電極、絶縁層、遮光層の構成を示す。液晶基板上に遮光層15、絶縁層14、XY電極13の順で積層されている。遮光層とXY電極は共にストライプ状であり、かつお互いに平行である。図3中に41で示したXY電極の電極幅は0.25mmであり、42で示した電極間隔は0.03mmである。遮光層はXY電極が存在しない非電極部分に存在し、図3中に43で示した遮光層の幅は0.03mmとXY電極の電極間隔と等しい。遮光層にはCrを用い、フォトリソグラフィ法により形成し、層厚は500Åとした。絶縁層にはSiO₂を用い、スパッタリング法により形成し、層厚は2000Åとした。XY電極にはITOを用い、層厚は1200Åとした。尚、ブラックマトリクス基板の作成方法には、この他の方法も適用可能であり、例えば、特開平3-246516号公報に記載されている方法であってもよい。

【0030】XY電極の上には、配向処理を施したポリイミド配向膜を備えている。上下基板間には、基板間のギャップを均一にするため真球状プラスチックを分散させた。光学異方性媒体には日東電工製ポリカーボネート位相差板を用い、光源側のものは厚さ d_1 が110 μ m、複屈折 Δn_1 が0.0036、厚さと複屈折の積 $\Delta n_1 d_1$ が400nmである。出射側のものは厚さ d_1 が100 μ m、複屈折 Δn_1 が0.0034、厚さと複屈折の積 $\Delta n_1 d_1$ が340nmである。用いた光学異方性媒体の $\Delta n_1 d_1$ の合計値は、740nmである。

【0031】液晶材料にはメルク社製MJ63850を用いた。液晶材料に対するカイルル刺の混合比を1:1重量%としたところ、駆動時にドメインの発生が見られなかった。MJ63928の複屈折は0.148であるので、 $\Delta n_2 d_2$ は0.9

17 μ mである。

【0032】この時、 $\Delta nidi/\Delta nede=0.81$ である。

【0033】図5に本発明に含まれる液晶表示素子の偏光板、光学異方性媒体層、液晶基板の設置角度の定義を示す。ただし、21aは出射側液晶基板の配向処理方向、21bは光源側液晶基板の配向処理方向、22aは出射側位相板の透射軸、22bは光源側位相板の透射軸、23aは出射側偏光板の透射軸、23bは光源側偏光板の透射軸である。上記の材料を用いて図2に示した様な輝度透過率8%の駆動電圧依存性を実現するには、31a=100度、32a=85度、31b=120度、32b=225度に設定すれば良い。

【0034】図2に、本発明の液晶表示装置の輝度透過率8%の駆動電圧依存性を示す。駆動には1000Hzの矩形波を用い、測定範囲は直径約1cmとした。輝度透過率は実効駆動電圧2.45Vで最少値0.6%をとる。輝度透過率は2.45Vの低電圧側で実効駆動電圧の増大と共に単調に減少し、ノーマリーオープン型の実効駆動電圧依存性を示している。1/200デューティで駆動した際のコントラスト比のピークは2.46Vで得られ、その値は23:1である。

【0035】このように、ノーマリーオープン型の実効駆動電圧依存性とし、基板に封記のような遮光層を備えたことにより、23:1というコントラスト比を実現することが出来た。尚、本発明の液晶表示装置をノートブック型パーソナルコンピュータに適用した例を図12に示す。

【0036】<比較例1>実施例1の液晶表示装置で、液晶基板を非電極部分に遮光層を有しないものに変えたところ、輝度透過率の最少値は2.45Vにおいて得られ、4.6%であった。1/200デューティで駆動した際のコントラスト比のピーク値は3.8:1となり、実施例1に比べて大幅に低下した。

【0037】<比較例2>実施例1の液晶表示装置において、31a=115度、32a=75度、31b=80度、32b=220度に設定した。輝度透過率は実効駆動電圧2.31Vで最少値1.2%をとる。輝度透過率は実効駆動電圧の増大と共に単調に増大し、ノーマリークローズ型の実効駆動電圧依存性を示している。1/200デューティで駆動した際のコントラスト比のピークは2.48Vで得られ、その値は11:1である。

【0038】このようにノーマリークローズ型の実効駆動電圧依存性としたため光透過率の最小値は充分に低下せず、コントラスト比は実施例1に比べて大幅に低下した。

<実施例2>実施例1の液晶表示装置において、液晶材料を複屈折0.22のロディック社製DOP-70710-2に換え、 $\Delta nede=1.36\mu$ mとした。

【0039】光学異方性媒体の位相差板は、光源側のも

のは厚さd1が100 μ m、複屈折 $\Delta n1$ が0.0070、厚さと複屈折の積 $\Delta n1d1$ が700nmとした。出射側のもは厚さd1が105 μ m、複屈折 $\Delta n1$ が0.0038、厚さと複屈折の積 $\Delta n1d1$ が400nmである。用いた光学異方性媒体の $\Delta n1d1$ の合計値は、1.1 μ mである。

【0040】この時、 $\Delta nidi/\Delta nede=0.81$ である。

【0041】輝度透過率の最少値は2.51Vにおいて得られ、0.4%であり、最大値は2.31Vにおいて得られ、22%であった。1/200デューティ、及び1/400デューティで駆動した際のコントラスト比のピーク値はそれぞれ50:1、41:1であった。

【0042】このように液晶材料の複屈折を0.22まで増大したことにより輝度透過率の最大値が増大し、コントラスト比も増大した。

【0043】<実施例3>実施例2の液晶表示装置において、光源側の位相差板を厚さd1が110 μ m、複屈折 $\Delta n1$ が0.0051、厚さと複屈折の積 $\Delta n1d1$ が560nmとした。用いた光学異方性媒体の $\Delta n1d1$ の合計値は、0.96 μ mである。

【0044】この時、 $\Delta nidi/\Delta nede=0.70$ である。

【0045】輝度透過率の最少値は2.53Vにおいて得られ、0.3%であり、最大値は2.33Vにおいて得られ、22%であった。1/200デューティ、及び1/400デューティで駆動した際のコントラスト比のピーク値はそれぞれ70:1、56:1であった。

【0046】このように $\Delta nidi/\Delta nede=0.70$ としたことにより輝度透過率の最小値が減少し、コントラスト比が更に増大した。

【0047】<実施例4>実施例1の液晶表示装置において、液晶基板の電極幅と電極間幅をそれぞれ0.26mm、0.02mmにし、遮光層の幅も0.02mmとしたところ、輝度透過率の最大値は23%に向上した。1/200デューティ、及び1/400デューティで駆動した際のコントラスト比のピーク値はそれぞれ23:1、18:1であり、実施例1と比較してわずかながら向上した。

【0048】<実施例5>実施例1の液晶表示装置において、図3中に43で示した遮光層の幅を0.04mmにして、XY電極の電極間幅よりも広くした。その結果、輝度透過率の最大値は21%になり、最小値は0.16%になった。1/200デューティ、及び1/400デューティで駆動した際のコントラスト比のピーク値はそれぞれ24:1、18:1であり、実施例1と比較してわずかながら向上した。

【0049】<実施例6>実施例1の液晶表示装置において、上基板と下基板のXY電極が交差しない部分、即ち表示を行なわない部分が表示部の周辺に存在するが

この部分にも遮光層を設けた。その結果、表示部は外見上黒枠に囲まれた形となり、視認性がさらに向上した。

【0050】＜実施例7＞実施例4の液晶表示装置の封向基板にカラーフィルタを備え、カラー表示を行なった。カラー表示を行なう基板の、ネマチック液晶層近傍の断面図を図4に示す。基板側より、遮光層15、カラーフィルタ17、絶縁層14、XY電極13の順で積層されている。カラーフィルタには顔料を用い、オフセット印刷を3回繰り返して形成した。

【0051】オリンパス社製の顕微分光光度計を用いて、この液晶表示装置の表示色の色純度を測定した。測定範囲は直径約1cmの円とした。1/400デューティで駆動して、赤のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態とした。その時の透過光の色度を測定したところ、その色度座標は $X=0.63$ 、 $Y=0.31$ であった。次に緑のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.28$ 、 $Y=0.64$ であった。次に青のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.13$ 、 $Y=0.11$ であった。以上3色の色度を色度図上にプロットすると、図6中に黒の円で示した様になった。3色とも色純度が高く、鮮明なカラー表示が得られることがわかる。

【0052】尚、本実施例のカラーフィルタには顔料を用いたが、耐熱性等に問題がなければ染料を用いても構わない。

【0053】＜比較例3＞比較例1の液晶表示装置において、実施例7と同様に封向基板中にカラーフィルタを形成した。1/400デューティで駆動して、赤のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態とした。その時の透過光の色度を測定したところ、その色度座標は $X=0.48$ 、 $Y=0.30$ であった。次に緑のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.29$ 、 $Y=0.49$ であった。次に青のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.21$ 、 $Y=0.22$ であった。以上3色の色度を色度図上にプロットすると、図6中に白の四角形で示した様になった。3色とも実施例3の3色が色度図上につくる三角形の内側に位置し、実施例7の場合に比べて3色とも色純度が大幅に減少する。

【0054】＜比較例4＞比較例2の液晶表示装置において、実施例7と同様に封向基板中にカラーフィルタを形成した。1/400デューティで駆動して、赤のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態とした。その時の透過光の色度を測定したところ、その色度座標は $X=0.47$ 、 $Y=0.30$ であった。次に緑のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.30$ 、 $Y=0.47$ であった。次に青のカラーフィルタに対応する画素だけを選択的に明状態としたところ、 $X=0.23$ 、 $Y=0.22$ であった。以

上3色の色度を色度図上にプロットすると、図6中に白の円で示した様になった。3色とも実施例3の3色が色度図上につくる三角形の内側に位置する。実施例7の場合に比べて3色とも色純度が大幅に減少する。

【0055】

【発明の効果】発明者は本発明の液晶表示装置を、ストライプ状の透明電極を備えた二枚の封向基板でネマチック液晶層を挟持した液晶セル、液晶セルの両外側に配置された一対の偏光板、一対の偏光板の間に配置された少なくとも一枚の光学異方性媒体層、及び画素に2値以上の電圧を印加する駆動手段とで構成した。ネマチック液晶層のツイスト角は180度以上360度以下とした。封向基板は、所定のギャップを設け、基板平面法線上から見てストライプ状の透明電極が互いに直交する様に配置した。画素に印加する2値以上の電圧値の内、最高値において暗表示を行ない、電圧無印加時の輝度透過率が暗表示よりも明るくなる様に偏光板及び光学異方性媒体を適定、配置し、かつ、二枚の基板の少なくともいずれか一方の封向基板と電極の間に透明基板側から順に遮光層と電気絶縁層を備え、遮光層が透明電極のない部分からの光を遮光する位置に配置した。二枚の基板の両方に遮光層が備えられ、遮光層はストライプ状であり、かつ透明電極と平行にした。光吸収体の幅は、電極間幅よりも広い。ネマチック液晶層の液晶材料の複屈折 Δn_1 と層厚 d_1 の積 $\Delta n_1 d_1$ と、光学異方性媒体層の複屈折 Δn_2 と層厚 d_2 の積 $\Delta n_2 d_2$ は、 $\Delta n_2 d_2 / \Delta n_1 d_1 \geq 0.75$ の関係にした。液晶材料の屈折率異方性は、0.18以上にした。封向基板の電極幅は、電極間幅の10倍以上にした。封向基板の表示部周辺にも、遮光層を備えた。遮光層、電気絶縁層、透明電極には、それぞれCr、SiO₂、ITOを用いた。更にカラー表示を行なう際には一方の基板上に、カラーフィルタを備えた。以上の手段を用いることにより、コントラスト比が高く視認性に優れた白黒表示と、色純度が高く鮮明なカラー表示が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に記載されている液晶表示装置中の液晶表示素子の素子構成を示した斜視図。

【図2】実施例1に記載されている液晶表示装置の輝度透過率の駆動電圧依存性を示した特性図。

【図3】実施例1に記載されている液晶表示装置の、ネマチック液晶層近傍の層構造を概略的に示す断面図。

【図4】実施例3に記載されている液晶表示装置の、ネマチック液晶層近傍の層構造を概略的に示す断面図。

【図5】実施例1、実施例2および実施例3に記載されている液晶表示装置中の液晶表示素子の正面図。

【図6】実施例3および比較例4、比較例5に記載されている液晶表示装置を1/400デューティで駆動して、赤、緑、青のカラーフィルタに対応する画素だけをそれぞれ選択的に明状態とした時の、透過光の色度を示す色

図。

【図 7】 電圧無印加時の透過光を位相補償したノーマリークロス表示の液晶表示装置の、輝度透過率と印加電圧値の関係を示す特性図。

【図 8】 暗表示時の透過光を位相補償したノーマリークロス表示の液晶表示装置の、輝度透過率と印加電圧値の関係を示す特性図。

【図 9】 暗表示時の透過光を位相補償したノーマリーオープン表示の液晶表示装置の、輝度透過率と印加電圧値の関係を示す特性図。

【図 10】 従来の液晶表示装置において用いられている格子状のブラックマトリクスを STN-LCD に応用した際に起こることが予想される、絶縁層表面の凸凹による透明電極の断続の様子を示す斜視図。

【図 11】 本発明の液晶表示装置においてストライプ状のブラックマトリクスを用いた場合の、絶縁層表面の凸凹と透明電極の関係を示す特性図。

【図 12】 本発明の液晶表示装置をノートブック型パ-

ソナルコンピュータに適用した際の斜視図。

【図 13】 ボアンカレ球を S3 軸方向から見たもので、複屈折性媒体による偏向状態の交換と、旋光性媒体による偏向状態の交換を示す説明図。

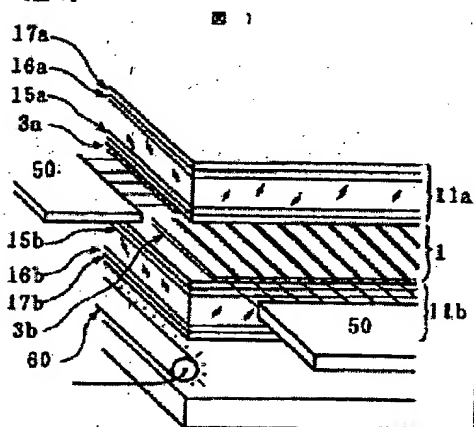
【図 14】 ボアンカレ球を S3 軸方向から見たもので、しきい値電圧以下の電圧を印加されたツイステッドネマチック液晶層を透過した光の偏光分散と、しきい値電圧以上の電圧を印加されたツイステッドネマチック液晶層を透過した光の偏光分散を示す説明図。

【図 15】 本発明の液晶表示装置の、ネマチック液晶層近傍の層構造の断面図。

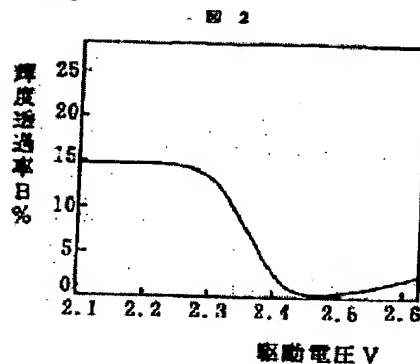
【符号の説明】

12a...出射側液晶基板配向膜、12b...光透過液晶基板配向膜、13a...出射側液晶基板XY電極、13b...光透過液晶基板XY電極、14a...出射側液晶基板絶縁層、14b...光透過液晶基板絶縁層、15a...出射側液晶基板透光層、15b...光透過液晶基板透光層、41...XY電極幅、42...XY電極間幅、43...透光層幅。

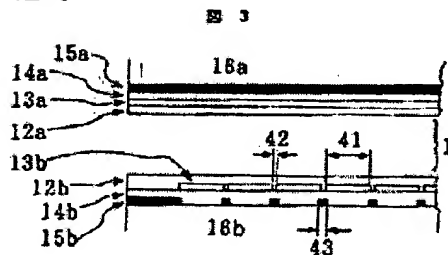
【図 1】



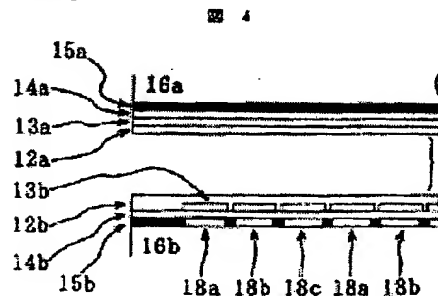
【図 2】



【図 3】

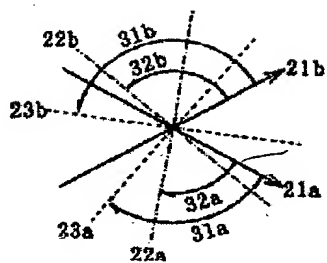


【図 4】



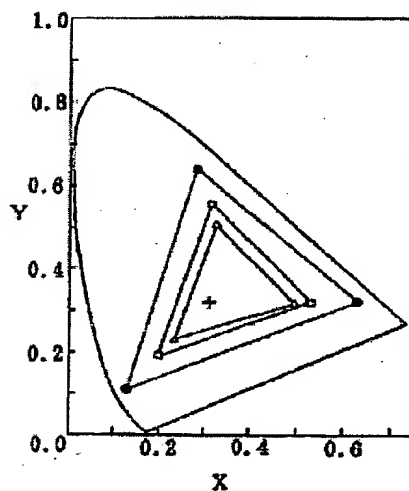
【図5】

図 5



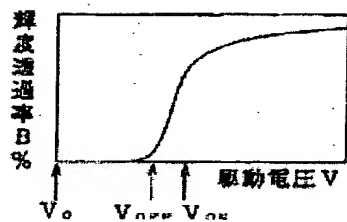
【図6】

図 6



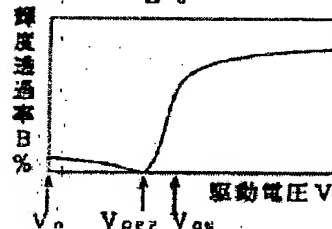
【図7】

図 7



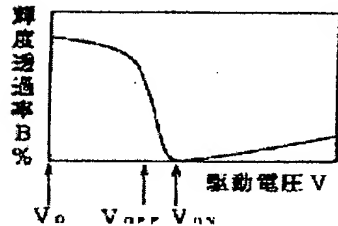
【図8】

図 8



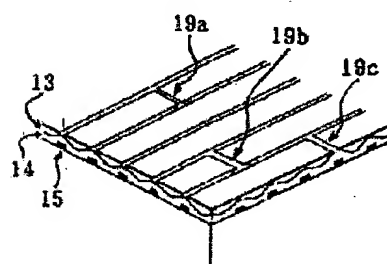
【図9】

図 9

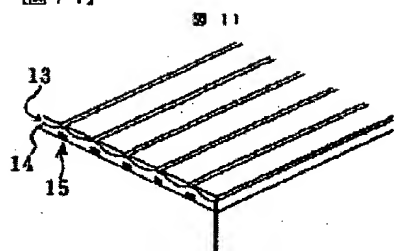


【図10】

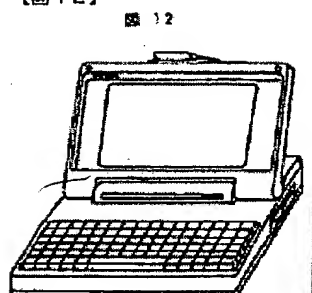
図 10



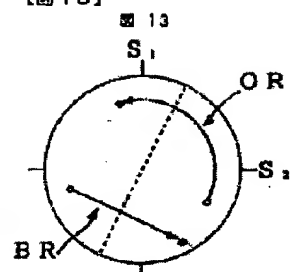
【図11】



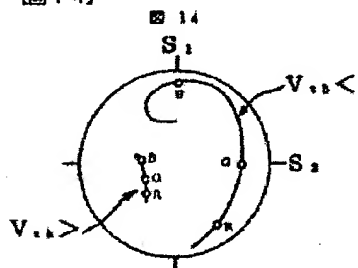
【図12】



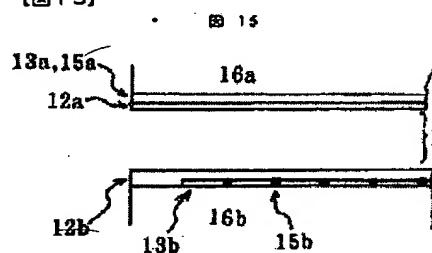
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 直樹
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所茂原工場内